

BL08W 高エネルギー非弾性散乱

1. はじめに

高ビームラインBL08Wは、SPring-8 唯一のウイグラ-を光源とする100～300 keVの高エネルギーX線を使用することができるビームラインである。高エネルギー非弾性散乱（コンプトン散乱）測定による物性研究に主に利用されているほか、高エネルギー・高フラックスなX線を利用して、蛍光X線実験、透過イメージング測定、X線回折実験などの各種実験の他、高エネルギーX線用光学素子や検出器の開発・評価実験にも利用されている。

2016年度に実施された課題数は計30件、内、一般利用研究課題は12件、社会・文化利用課題3件、大学院生提案型課題2件、新分野創成利用課題1件、長期利用課題1件、成果公開優先課題2件、成果占有時期指定課題2件、インハウス課題5件であった。全課題における実験手法別内訳は、コンプトン散乱実験件13件（内、波長分散型スペクトロメータ使用7件、エネルギー分散型検出器使用6件）、磁気コンプトン散乱実験8件、蛍光X線分析3件、イメージング2件、装置開発2件であった。

2. 磁気コンプトン散乱測定プログラムのアップデート

磁気コンプトン散乱実験で使用している測定用PCのOSは、2014年4月にサポートが停止したwindows XPであるため、早急にOSをアップグレードすることが必要不可欠であった。また、測定用プログラムはVisual Basic 6.0で開発されているため、最新のプログラム言語へ更新することも望まれていた。そこで、PCのOSを最新のwindows 10に更新した。プログラミング言語に関しては、現在使用しているマルチチャンネルアナライザ-のプログラミングライブラリがVisual Basicで作成されているため、Visual Studio 2015 express (Visual Basic.net) への更新をおこなった。制御対象となる測定機器は、マルチチャンネルアナライザ-、超伝導マグネット、冷凍機コントローラ-、カウンター、ステッピングモーターコントローラ-である。図1に開発したプログラムの測定画面を示す。通常の磁気コンプトン散乱実験は、以前までと同じ測定が可能となっており、磁場、温度、測定位置を自動制御して測定を行うシーケンスモードも追加した。また、スピン磁気ヒステリシスを測定するモードにおいて、これまでは、測定点一つにおいてデータの取得と消去に5秒ほど要していたが、開発したプログラムでは測定アルゴリズムを変更することにより

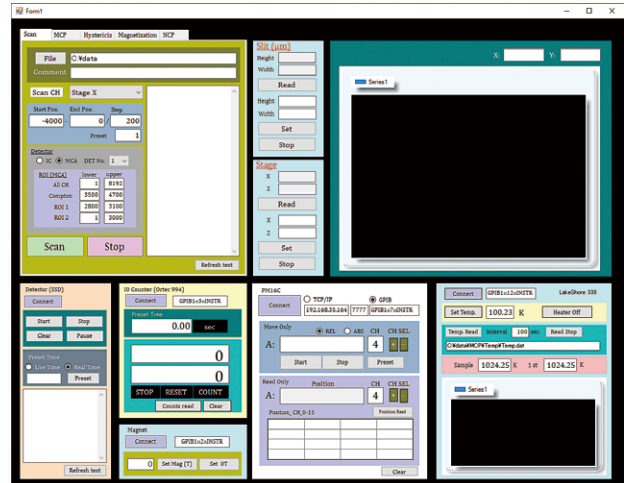


図1 Visual Basicで作成した磁気コンプトン散乱測定プログラムの実行画面

約1秒に軽減できるようになった。この改善により、測定時間を短縮できるようになった（例えば、これまで24時間必要であった測定が、21時間程度にまで短縮できる）。また、磁気コンプトン散乱測定で使用している超伝導マグネットと10素子Ge 半導体検出器は、すでに導入から約20年が経過しており、後継機への早急な更新が求められる。

3. スピン磁気ヒステリシス測定装置の高度化

磁気コンプトン散乱の散乱断面積はスピンにのみ依存するため、磁気コンプトンプロファイルの磁場依存性を測定することにより、スピン磁気ヒステリシス測定が可能となる。現在、10素子のGe 半導体検出器 (Ge-SSD) を利用して測定を行っている。スピン磁気ヒステリシス測定では、磁気コンプトンプロファイルの積分値を利用するため、エネルギー分解能が必ずしも高い必要性はないため、高計数率で測定が可能なYAP(Ce)シンチレーションカウンターを用いたスピン磁気ヒステリシス測定装置の開発を行った。Ge半導体検出器をYAPシンチレーションカウンターに変更すると、計数率と立体角の増大により測定時間の大幅な短縮が図れる。散乱強度が十分にある大型試料の測定では、1/1000以下への測定時間の短縮が期待される。ただし、計数率を稼ぐためには、試料の近くに設置することが求められるが、シンチレーションカウンターは光電子倍增管を利用しているため、磁場の影響を受けることが懸念されるので、この点に関し

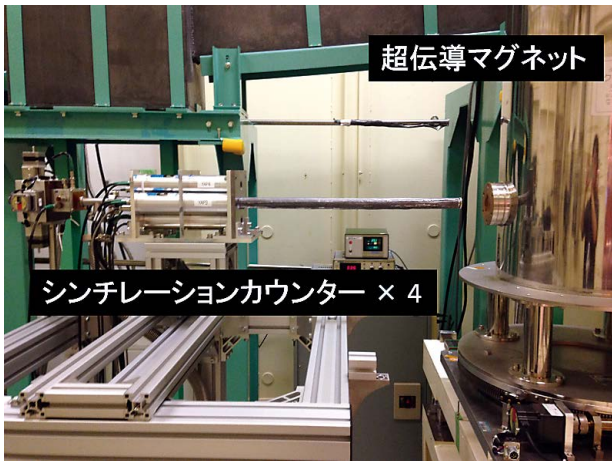


図2 実験配置図。4つのシンチレーションカウンターを用いており、超伝導マグネットと検出器の距離は1 mである。

でも検討を行った。

図2に実験配置図を示す。4つのシンチレーションカウンターを用いて、計数率を稼いでおり、入射光が通過する場所には、鉛を巻いた筒を用いてバックグラウンドを低減する工夫を施している。スピン磁気ヒステリシス測定にはFeの粉末を用いて行った。超伝導マグネットと検出器の距離が1 mでの、コンプトンプロファイルの磁場依存性を図3に示す。磁場が1 T以上になるとプロファイルの低エネルギー側へのシフトと形状変化が観測された。しかし、プロファイルの積分値にはほとんど影響がなかったため、磁場の影響を無視することとした。スピン磁気ヒステリシス測定は、 ± 2.5 Tを0.1 Tステップで1点0.2秒の露光時間で行った。図4にシンチレーションカウンターの測定結果と、比較のために露光時間180秒で測定したGe-SSDの測定結果を示す。ヒステリシス曲線の形は概ね再現されており、磁場の影響を無視してもある程度問題ないことを確認した。また、エラーバーはSSDと同程度であることから、測定時間を約1/1000に

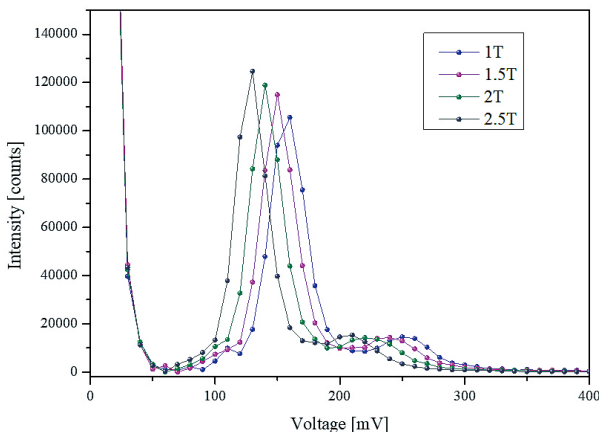


図3 コンプトンプロファイルの磁場依存性。シングルチャンネルアナライザーのローレベルディスクリ (LLD) を10 mVずつ変化させ、その前後の差分により強度を得ている。横軸は電圧だが、X線のエネルギーに対応している。

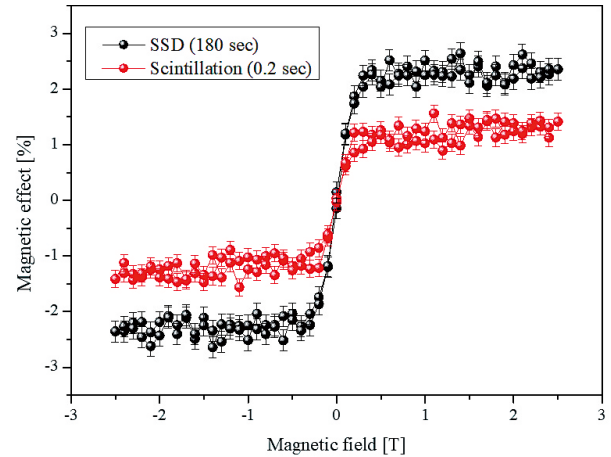


図4 シンチレーションカウンターとSSDによるヒステリシス曲線。

短縮できるようになった。しかし、飽和状態での磁気効果が約1.22%となっており、これはGe-SSDで測定した結果のおよそ半分程度の大きさである。これは、バックグラウンドに起因していると考えられる。

測定時間を大幅に短縮できるようになったが、得られた磁気効果が小さいため、スピン磁気モーメントが小さい試料などでは十分な成果が得られない可能性がある。そこで、バックグラウンドと磁場の影響に関しては今後対策を行う予定である。

利用研究促進部門
構造物性IIグループ
伊藤 真義、辻 成希